

EVALUACIÓN DE SUSTITUCIÓN PARCIAL DE HARINA DE TRIGO POR HARINA DE FRIJOL PHASEOLUS VULGARIS L. EN LA FORMULACIÓN DE TORTAS

EVALUATION OF PARTIAL REPLACEMENT OF WHEAT FLOUR WITH PHASEOLUS VULGARIS L. BEAN FLOUR IN THE FORMULATION OF CAKES

Blandón Navarro, Sandra Lorena; Larios López, Xotchill Jamaly

 Sandra Lorena Blandón Navarro 1
sandra.blandon@norte.uni.edu.ni
Universidad Nacional de Ingeniería, Nicaragua
Xotchill Jamaly Larios López 2
Universidad Nacional de Ingeniería, Nicaragua

Revista Científica de Ciencia y Tecnología El Higo
Universidad Nacional de Ingeniería, Nicaragua
ISSN-e: 2413-1911
Periodicidad: Anual
vol. 9, núm. 1, 2019
alba.diaz@norte.uni.edu.ni

Recepción: 04 Diciembre 2019
Aprobación: 13 Diciembre 2019

URL: <http://portal.amelica.org/ameli/jatsRepo/230/2301196014/index.html>

Autor de correspondencia: sandra.blandon@norte.uni.edu.ni

Resumen: El presente estudio tuvo como finalidad la obtención y caracterización de harina de frijol rojo (*Phaseolus vulgaris*) de la variedad INTA Rojo y evaluar su uso potencial como sustituto parcial de la harina de trigo en la producción de tortas. En la producción de la harina de frijoles se llevaron a cabo las operaciones de selección, lavado, remojo, cocción, secado y molienda. Se usaron tiempos de remojo de 3, 6 y 12 horas. Seguidamente, la harina de frijoles fue caracterizada y se procedió a la elaboración de las tortas con los cuatro niveles de inclusión (0, 10, 20 y 30 %). En los resultados de los experimentos se encontró que el tiempo de remojo de 12 horas permite reducir el tiempo de cocción de los granos. El rendimiento de la harina de frijoles fue de 68.67 ± 0.05 %, diámetro promedio de las partículas de harina fue de 0.2231 milímetros, densidad aparente de 0.714 ± 0.01 g/cm³ para harina integral y 0.697 ± 0.004 g/cm³ para harina libre de tegumento. Las capacidades de retención de agua y aceite fueron de 2.57 ± 0.07 g de agua/g de harina y 0.66 ± 0.14 g de aceite/g de harina, respectivamente. Del análisis sensorial se determinó que las tortas elaboradas con 10 % de inclusión de harina de frijoles son las que tienen mayor aceptación, por lo que podría sugerirse como un nivel de inclusión óptimo.

Palabras clave: Harina de leguminosas, propiedades funcionales, grano rojo, cocción.

Abstract: The aim of this study was to obtain and characterize red bean flour (*Phaseolus vulgaris*) INTA Red variety and evaluate its potential use as a partial substitute for wheat flour in the production of cakes. In the production of bean flour, the operations of selection, washing, soaking, cooking, drying and milling were carried out. Soaking times of 3, 6 and 12 hours were used. Then, the bean flour was characterized and the cakes were prepared with the four levels of inclusion (0, 10, 20 and 30 %). In the results of the experiments it was found that the soaking time of 12 hours allows to reduce the cooking time of the beans. The yield of bean flour was 68.67 ± 0.05 %, the average particles diameter of the flour was 0.2231 millimeters, bulk density 0.714 ± 0.01 g/cm³ for whole flour and 0.697 ± 0.004 g/cm³ for

flour without tegument. The water and oil holding capacities were 2.57 ± 0.07 g of water/g of flour and 0.66 ± 0.14 g of oil/g of flour, respectively. From the sensory analysis, it was determined that cakes made with 10% inclusion of bean flour are the ones that have the highest acceptance, so it could be suggested as an optimal level of inclusion.

Keywords: Legume flour, functional properties, red beans, cooking.

INTRODUCCIÓN

Las leguminosas se valoran en todo el mundo como una alternativa sostenible y menos costosa que la carne y se consideran la segunda fuente de nutrientes más importante después de los cereales (Maphosa y Jideani, 2017). Los granos de las leguminosas contienen una buena proporción de proteínas, mayor que la de los granos de cereales, y son una rica fuente de fibra dietética, almidón, minerales y vitaminas (Siddiq, Ravi, Harte y Dolan, 2010). Así, para variedades de frijoles (*Phaseolus vulgaris*) se han reportado altos contenidos de proteína (29-33%), grasas (3-7%) y cenizas (4-5%) (Granito, Guinand, Pérez y Suhey, 2009).

Además, las leguminosas contienen compuestos bioactivos como fitoquímicos y antioxidantes, así como compuestos no nutritivos. De este modo, en las leguminosas se encuentran isoflavonas, lignanos, inhibidores de proteasas, inhibidores de tripsina y quimotripsina, saponinas, alcaloides, fitoestrógenos y fitatos (Maphosa y Jideani, 2017).

En relación a las sustancias “antinutrientes”, aunque no son tóxicos, generan efectos fisiológicos adversos e interfieren con la digestibilidad de las proteínas y la biodisponibilidad de algunos minerales, no obstante la mayoría de estos antinutrientes son inestables al calor y, dado que las leguminosas se consumen después de la cocción, no representan un riesgo para la salud (Maphosa y Jideani, 2017). Sin embargo, el proceso de cocción afecta la digestibilidad y la biodisponibilidad del almidón en los alimentos vegetales. En ese sentido, Ramírez Jiménez, Reynoso Camacho, Mendoza Díaz y Loarca Piña (2014) reportaron que el almidón disponible y el almidón digerible aumentaron después de la cocción, no obstante, éstos disminuyen durante el proceso de deshidratación por la formación de almidón retrogradado resistente. Asimismo, los autores notaron disminución en la concentración de compuestos fenólicos y en la capacidad antioxidante.

La producción de harina a partir de leguminosas comprende la limpieza de los granos, lavado, cocción, molienda, secado y empaque. Estas harinas pueden ser usadas en la sustitución parcial de otras harinas o solas en la formulación de un determinado alimento. Chandra, Singh y Kumari (2014) definen el término “harina compuesta” como una harina rica en nutrientes esenciales para la dieta humana, la cual se produce

NOTAS DE AUTOR

- 1 Sandra Lorena Blandón Navarro: Es doctora en Ciencias de Ingeniería de Alimentos, Universidad de Sao Paulo (USP), Brasil (2016), con maestría en Procesamiento de Alimentos, Universidad Nacional de Ingeniería (UNI), Nicaragua (2009) y graduada de Ingeniería Química en la misma universidad (2003). Actualmente es Profesora titular de la UNI a nivel de grado y posgrado, en la carrera de Ingeniería agroindustrial y en la maestría en Procesamiento de Alimentos de la Facultad de Ingeniería Química (FIQ-UNI). Posee diplomados de Modelo Educativo Institucional (IPN-México), Educación Online (UOL-UNI, Managua, Nicaragua) y Estrategias de enseñanza y aprendizaje aplicadas a los estudios de alimentos (ISEKI FOOD-4 PROJECT, Atenas, Grecia). Además, posee experiencia en el área de Ciencia y Tecnología de Alimentos, con énfasis en desarrollo de productos, aprovechamiento de residuos de la agroindustria e ingeniería de separaciones.
- 2 Xotchill Jamaly Larios López: Es graduada de la carrera de Ingeniería Agroindustrial - Universidad Nacional de ingeniería (2019). Ha realizado prácticas profesionales en la empresa productora de carne bovina Nica Beef Packers S.A y la cooperativa de servicios múltiples CECOOPSEMEIN. Posee conocimientos sobre procesos industriales, reordenamiento de líneas de producción y parámetros de control de calidad. Entre sus trabajos de investigación destaca el desarrollo de productos a partir de materias primas agrícolas y pecuarias.

sandra.blandon@norte.uni.edu.ni

mezclando una proporción variable de más de una harina que no sea de trigo con o sin la harina de trigo, la cual puede usarse en la producción de alimentos horneados o aperitivos con levadura o sin levadura, que tradicionalmente se hacen con harina de trigo. Una de las ventajas de este producto es el aporte nutricional, así Manonmani, Bhol y Bosco (2014), en estudio de mezclas de harina de frijoles rojos con harina de trigo para la producción de pan, determinaron un aumento considerable en el contenido de proteínas en las mezclas de harina, proporcional al aumento en el nivel de inclusión, lo que podría explicarse por la composición de la leguminosa, la cual presenta mayor contenido proteico que el trigo.

Estudios evaluando las propiedades funcionales de la harina de frijoles (*Phaseolus vulgaris*) de algunas variedades han sido realizados previamente (Audu y Aremu, 2011; Granito et al., 2009; Ramírez Jiménez et al., 2014; Ranilla, Genovese y Lajolo, 2009; Siddiq et al., 2010). En relación a los usos potenciales de la harina de frijoles, Anton, Ross, Lukow, Fulcher y Arntfield (2008) evaluaron la sustitución de la harina de trigo en la elaboración de tortillas, Gallegos Infante et al. (2010) emplearon la harina de frijoles como sustituto parcial del trigo en la producción de espaguetis, Sathe, Iyer y Salunkhe (1982) evaluaron la inclusión de la harina de frijoles en la producción de galletas, Manonmani, Bhol y Bosco (2014) determinaron su efecto en la calidad del pan, Vongsumran, Ratphitagsanti, Chompreeda y Haruthaitanasan (2014) estudiaron su uso potencial en la sustitución parcial de harina de trigo para la producción de rosquillas (donut cake).

Tomando en cuenta la disponibilidad de frijoles rojos en Nicaragua, se propuso la realización del presente estudio. El proceso de producción de harina de frijoles fue evaluado, al igual que el uso potencial de este producto como sustituto parcial de la harina de trigo en la producción de tortas. El término torta se refiere al alimento dulce hecho de harina, huevos, grasa y azúcar mezclados y horneados, como definido en el Diccionario Cambridge (Cambridge, 2019).

MATERIALES Y MÉTODOS

La materia prima utilizada en la producción de la harina fueron frijoles de la variedad INTA Rojo, producidos en la comunidad Sábana Larga, Estelí, Nicaragua, cosecha del ciclo de postrera, comprendido de septiembre a noviembre del 2018.

Las muestras de frijol fueron sometidas a remojo para determinar tiempo de remojo que conduce a una reducción del tiempo de cocción. Por lo tanto, se colocaron muestras de 200 g de frijol con dos litros de agua y se dejaron en reposo durante 3, 6 y 12 horas respectivamente. Los experimentos fueron realizados en triplicado. Transcurrido el tiempo de remojo se hizo el drenaje del agua y los frijoles se pesaron, además se midió el volumen de agua drenada.

A continuación, los frijoles previamente remojados se colocaron en olla de acero inoxidable con agua, aproximadamente dos litros. Se procedió a la cocción a temperatura de ebullición, hasta lograr una textura suave de los granos. Se midió el tiempo de cocción transcurrido. Seguidamente los frijoles cocidos se sometieron a secado en horno (Thermo Fisher Scientific, modelo PR305225G) a una temperatura de 60 °C por 24 horas. Luego del secado se hizo la molienda de los granos en procesador de alimentos.

El rendimiento productivo consistió en el pesaje de la materia prima inicial y la cantidad de harina obtenida al final del proceso. A continuación, se muestra la ecuación utilizada.

$$\% \text{ Rendimiento} = \frac{\text{g final de harina}}{\text{g Inicial de frijoles}} \times 100$$

[Ecuación 1]

La harina se sometió a análisis granulométrico en juego de tamices ASTM desde el número 30 hasta el 100. Se pesaron las masas de material retenido en cada uno de los tamices y se calculó el diámetro medio de partícula mediante la siguiente ecuación:

$$D_p = \frac{1}{\sum_{i=1}^n \frac{x_i}{dp_i}}$$

[Ecuación 2]

Donde x_i es la fracción másica de partículas de diámetro dp_i .

Para determinar la densidad aparente de las harinas producidas se utilizó una probeta de 100 ml, a la cual se le añadió harina con referencia a su volumen. Para conseguir la compactación del material se utilizó tapón de plástico. Posteriormente, se procedió a pesar la masa de harina que fue necesario para el llenado de la probeta, para ello se utilizó balanza analítica Sartorius, capacidad 510 g y precisión 0.001 g.

Las capacidades de retención agua y aceite (CRA) fue determinada a través del método descrito previamente por Jitngarmkusol, Hongsuwankul y Tananuwong (2008), Navarro y Rodrigues (2018), con modificaciones en la cantidad de materia prima y agua o aceite empleada (aceite de soya, marca Ideal). Por lo tanto, se pesó aproximadamente un gramo de harina y se mezcló con 4 g de agua o aceite en tubo de centrifuga. A continuación, la suspensión fue sometida a agitación manual por 1 minuto. Después de la agitación, el tubo permaneció en reposo durante 30 minutos a temperatura ambiente. Finalizado el período de reposo, las muestras se centrifugaron a 3100 rpm a temperatura de 10 °C por un período de 25 minutos. El volumen del fluido sobrenadante se recogió y pesó para la realización del cálculo de la masa de agua o aceite retenida por gramo de muestra.

La harina producida se utilizó en la formulación de tortas con 10, 20 y 30% de inclusión, como se muestra en la Tabla 1.

TABLA 1
Formulación para elaboración de las tortas

Ingrediente	Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3	Testigo
Formulación	10 %	20 %	30 %	0 %
Harina de frijoles (g)	45.4	90.8	136.2	---
Harina de trigo (g)	408.6	363.2	317.8	454
Leche (ml)	400	400	400	400
Huevo (unidades)	3	3	3	3
Azúcar (g)	200	200	200	200
Polvo de hornear (g)	10	10	10	10
Margarina (g)	80	80	80	80

Además, se valoraron los aspectos de calidad de las tortas tales como, altura y distribución de las migas además de sus atributos sensoriales, a través de un panel de degustación donde se facilitaron muestras de torta de cada formulación a 25 panelistas, a fin de conocer sus percepciones sobre olor, color, sabor, textura y aspecto del producto.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se estableció que el tiempo óptimo de remojo corresponde a 12 horas, ya que, trascurrido este tiempo, las muestras de frijoles presentan aumento en su tamaño debido a la rehidratación y ablandamiento de los tejidos, además se lograba uniformidad de absorción, es decir, el total de los granos sometidos al experimento alcanzaron el máximo nivel de rehidratación. Además, con este tiempo de remojo se logra reducir el tiempo de cocción en un 40%.

La granulometría de la harina de frijoles se realizó mediante un juego tamices ASTM con mallas número 35, 50, 80, 140 y 230. Se calculó el diámetro promedio de las partículas de 0.2231 milímetros. Este aspecto es relevante, ya que condiciona la textura de la torta.



FIGURA 1

(a) Frijoles INTA rojo cocidos; (b) Harina de frijoles integral; (c) Harina de frijoles sin tegumento.

La densidad aparente de 0.714 ± 0.01 g/cm³ para harina integral y 0.697 ± 0.004 g/cm³ para harina libre de tegumento. Estos valores son próximos a los determinados por Vongsumran et al. (2014) para harinas de frijol negro de 0.75 ± 0.01 a 0.76 ± 0.02 g/cm³. Siddiq et al. (2010) observaron diferencias significativas en los valores de densidad aparente de las harinas de frijol ($p < 0.05$) en función de la variedad, siendo de 0.515 g/cm³ para harina de frijol negro y 0.556 g/cm³ para harina de frijol rojo.

Asimismo, se determinó un rendimiento productivo de 68.67 ± 0.05 %, debido a las pérdidas de material durante la molienda y la disminución de la humedad debido a la etapa de secado, siendo que en esta etapa la harina obtenida alcanza un contenido de humedad promedio de 9 %.

El uso de las harinas de leguminosas como ingrediente para el desarrollo de productos alimenticios depende en gran medida de la capacidad de rehidratación de dichas harinas (Granito et al., 2009), así la capacidad de retención de agua de la harina de frijoles para la variedad INTA Rojo fue determinada en el valor de 2.57 ± 0.07 g de agua/g de harina. Este valor es próximo a los reportados por Siddiq et al. (2010), para la harina obtenida de la variedad de frijol rojo pequeño (2.65 g de agua/g de harina) y para la harina de frijol negro de 2.23 g de agua/g de harina. Granito, Guinand, Pérez, & Suhey (2009), reportaron capacidad de retención de agua (CRA), para cuatro variedades de frijoles (Papa, Vaina morada, Dor-500 y Perdicita), en el rango de valores de 2.73 a 4.41 g de agua/g de harina, de manera que los autores encontraron diferencias significativas en la CRA en función de la variedad del grano. Además, Granito et al. (2009), sugieren que la cocción incide en la CRA de las harinas, dado que esta operación provoca desnaturalización de las proteínas, lo que incrementa la accesibilidad por parte del agua a la proteína y a los aminoácidos polares. A su vez, las harinas de leguminosas contienen almidones que durante la cocción se gelatinizan y fibra dietética que por la acción del calor se hincha, lo que afecta la CRA.

En relación a la capacidad de retención de aceite (CRO) de la harina de frijoles, ésta fue alrededor de 0.66 ± 0.14 g de aceite/g de harina. Este valor es próximo al reportado Ramírez-Jiménez et al. (2014), que determinaron CRO en el rango de 0.76 a 0.88 g de aceite/g de harina para dos variedades de frijol (Negro 8025 y Bayo Madero). Granito et al. (2009), reportaron capacidad de retención de aceite en los valores de

0.95 a 1.31 g de aceite/g de harina. En ese sentido, los autores sugieren que los valores de CRO dependen de la estructura de la matriz proteica, la cual a su vez determina las interacciones hidrofóbicas proteína-lípidos. Dado que la cocción altera la disposición de los grupos hidrofóbicos, esto provoca efectos sobre la CRO provocando una disminución de la misma. Siddiq et al. (2010), reportaron capacidades de absorción de aceite que oscilaron entre 1.23 y 1.52 g de aceite/g de harina de frijol. El proceso de producción de dicha harina consistió en la limpieza de los granos, lavado, remojo durante 12 horas, secado a 65 °C durante 24 horas y molienda. Dicho procedimiento difiere del empleado en el presente estudio, en el cual los frijoles fueron cocidos después del remojo de 12 horas.

Sobre la producción de tortas, utilizando diferentes niveles de inclusión de harina de frijoles (0, 10, 20, 30 %) en la sustitución de la harina de trigo, en la Figura 2 se observa que el tratamiento que no incluyó harina de frijoles fue el que presentó una distribución más homogénea del tamaño de las migas. En los demás tratamientos hay presencia de tamaños de migas mayores, lo que acarrea menor homogeneidad. Esto puede ser causado por la carencia de gluten en la harina de frijoles, dado que el gluten ofrece una buena retención del dióxido de carbono, dando productos horneados aireados, livianos, de buen volumen y ligeros.

De esta manera, la elaboración de productos de panificación con 100 % harina de frijoles puede provocar la pérdida de volumen en el producto y dar tortas planas y pesadas. En ese sentido, la sustitución parcial de la harina de trigo por harina de frijoles une las propiedades nutricionales y físicas de ambas harinas, de modo que las tortas no son excesivamente pesadas.



FIGURA 2

Tortas producidas con los diferentes niveles de inclusión de harina de frijoles

En relación al color de las tortas, en la Figura 2 es posible observar diferencia entre la formulación que no contiene harina de frijoles y las que sí la contienen. El análisis sensorial de este atributo mostró que la formulación con el 10% de inclusión tuvo el valor más alto de aceptación en la categoría “Me gustó moderadamente” y “me gustó mucho”, además se encontró que existe una diferencia relativa entre la valoración de color ($p < 0.05$, prueba de Chi cuadrado). Este resultado difiere del reportado por Vongsumran et al. (2014), quienes realizaron análisis sensorial de donas hechas de harina de frijoles negros y observaron que las puntuaciones de color no fueron significativamente diferentes, independientemente de los métodos de cocción utilizados para producir la harina de frijoles negros.

Sobre las evaluaciones de los panelistas en relación los atributos sensoriales (textura, sabor, apariencia) de las tortas con diferentes niveles de inclusión, se determinó que el porcentaje de mejor evaluado por los panelistas corresponde a 10% ($p < 0.05$), de manera que este porcentaje puede recomendarse como la formulación óptima, debido a que se propicia una interacción entre la harina de frijol y harina de trigo que permite cierto nivel de esponjosidad, a la vez que no afecta significativamente aspectos de olor, color, sabor y textura.

CONCLUSIONES

Los resultados de los experimentos sugieren que la producción de harina de frijoles rojos genera rendimientos aceptables, en torno a 68.67 ± 0.05 %, usando 12 horas de remojo.

Las capacidades de absorción de agua y aceite de 2.57 ± 0.07 g de agua/g de harina y 0.66 ± 0.14 g de aceite/g de harina respectivamente, indican que la harina de frijoles posee propiedades funcionales para la elaboración de tortas y es aplicable en otros productos de panificación.

El tratamiento donde no se sustituyó la harina de trigo fue el que presentó una distribución de tamaño más homogénea de las migas, lo que puede estar relacionado al papel del gluten en la retención del dióxido de carbono.

De los resultados del análisis sensorial se puede inferir que, en general, los diferentes tratamientos de inclusión de harina de frijoles en los pasteles preparados tienen buena aceptación para los atributos evaluados, no obstante, las muestras con 10% de inclusión son las que presentaron mejores resultados, superando incluso a los obtenidos con la muestra de 100 % harina de trigo.

BIBLIOGRAFÍA

- Anton, A. A., Ross, K. A., Lukow, O. M., Fulcher, R. G., & Arntfield, S. D. (2008). Influence of added bean flour (*Phaseolus vulgaris* L.) on some physical and nutritional properties of wheat flour tortillas. *Food Chemistry*, 109(1), 33–41.
- Audu, S. S., & Aremu, M. O. (2011). Effect of processing on chemical composition of red kidney bean (*Phaseolus vulgaris* L.) flour. *Pakistan Journal of Nutrition*, 10(11), 1069–1075.
- Cambridge (2019). Cambridge dictionary. Cambridge University Press 2019. Disponible en: <https://dictionary.cambridge.org/>
- Chandra, S., Singh, S., & Kumari, D. (2014). Evaluation of functional properties of composite flours and sensorial attributes of composite flour biscuits. *Journal of Food Science and Technology*, 52(6), 3681–3688.
- Gallegos-Infante, J. A., Rocha-Guzman, N. E., Gonzalez-Laredo, R. F., Ochoa-Martínez, L. A., Corzo, N., Bello-Perez, L. A., Peralta-Alvarez, L. E. (2010). Quality of spaghetti pasta containing Mexican common bean flour (*Phaseolus vulgaris* L.). *Food Chemistry*, 119(4), 1544–1549.
- Granito, M., Guinand, J., Pérez, D., & Suhey, P. (2009). Valor nutricional y propiedades funcionales de *Phaseolus Vulgaris* procesada: un ingrediente potencial para alimentos. *Interciencia*, 34(2), 64–70.
- Jitngarmkusol, S., Hongsuwankul, J., & Tananuwong, K. (2008). Chemical compositions, functional properties, and microstructure of defatted macadamia flours. *Food Chemistry*, 110(1), 23–30.
- Manonmani, D., Bhol, S., & Bosco, S. J. D. (2014). Effect of red kidney bean (*Phaseolus vulgaris* L.) flour on bread quality. *OALib*, 01(01), 1–6.
- Maphosa, Y., & Jideani, V. A. (2017). The Role of Legumes in Human Nutrition. In *Functional Food - Improve Health through Adequate Food*. InTech. Disponible en: <https://doi.org/10.5772/intechopen.69127>
- Navarro, S. L. B., & Rodrigues, C. E. C. (2018). Macadamia Oil Extraction With Alcoholic Solvents: Yield and Composition of Macadamia Oil and Production of Protein Concentrates From Defatted Meal. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 120(7).
- Ramírez-Jiménez, A. K., Reynoso-Camacho, R., Mendoza-Díaz, S., & Loarca-Piña, G. (2014). Functional and technological potential of dehydrated *Phaseolus vulgaris* L. flours. *Food Chemistry*, 161, 254–260.
- Ranilla, L. G., Genovese, M. I., & Lajolo, F. M. (2009). Effect of different cooking conditions on phenolic compounds and antioxidant capacity of some selected Brazilian bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivars. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57(13), 5734–5742.
- Sathe, S. K., Iyer, V., & Salunkhe, D. K. (1982). Functional properties of the Great Northern Bean (*Phaseolus Vulgaris* L.) proteins. Amino Acid composition, in vitro digestibility, and application to cookies. *Journal of Food Science*, 47(1), 8–11.
- Siddiq, M., Ravi, R., Harte, J. B., & Dolan, K. D. (2010). Physical and functional characteristics of selected dry bean (*Phaseolus vulgaris* L.) flours. *LWT - Food Science and Technology*, 43(2), 232–237.

Vongsumran, K., Ratphitagsanti, W., Chompreeda, P., & Haruthaitanasan, V. (2014). Effect of cooking conditions on black bean flour properties and its utilization in donut cake. *Kasetsart Journal*, 48, 970–979.